

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЕРЕРОБКИ ПОБУТОВИХ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ

Андрій Григоров

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
61002, м. Харків, вул. Курникова, 2, grigorovandrey@ukr.net*

Однією з найголовніших проблем сучасності, яка пов'язана із стрімким розвитком техносфери, є накопичення та утилізація різних видів відходів, лідируюче місце серед яких займають побутові полімерні відходи. Побутові відходи, приблизно третина яких представлена виробами з поліетилену низького та великого тиску (ПНТ та ПВД), поліпропілену (ПП), поліетилентерефталату (ПЕТ), щорічно в Україні утворюються у кількості біля 5 млн. тон.

Існуючі методи в галузі переробки побутових відходів в Україні не спроможні переробити цей обсяг відходів, отже, їх значна кількість, біля 95%, відвозиться на сміттєзвалища та полігони, де вони зберігаються в очікуванні утилізації. Такий стан цього питання є неприйнятним та потребує негайного рішення, інакше збереження такого темпу накопичення відходів призведе до екологічної катастрофи, яка буде мати дуже негативні наслідки для населення нашої країни. Тому не може виникати ніяких сумнівів щодо актуальності питання технологічної переробки побутових відходів, які крім негативного впливу на навколишнє середовище також мають властивості, що роблять їх цінним джерелом сировини для багатьох процесів сучасної промисловості України. Отже, технологічна переробка побутових відходів повністю відповідає Енергетичній стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», основним напрямком якої є мінімізація імпорту енергоресурсів до України.

Отже, при переробці полімерних побутових відходів, які можуть бути реалізовані в Україні у промислових масштабах, можна виділити 4 основні напрямки отримання товарних продуктів, що наведені на рис. 1.



Рис. 1. Напрямки переробки побутових полімерних відходів

Отримання теплової енергії. Тільки при реалізації цього напрямку переробки полімерних відходів не передбачається їх попереднє сортування. Теплова енергія, яка спрямовується на отримання пари або електричної енергії, може бути отримана при спалюванні відходів у пічках спеціальної конструкції. Як технологічне паливо можна використовувати теплові енергетичні брикети¹, які тримані з твердих побутових відходів та мають теплотворну здатність 15 МДж/кг при вологості 10%².

Але слід враховувати те, що при спалюванні такого палива утворюються газоподібні токсичні продукти (діоксин, аміак, оксиди азоту тощо), які негативно впливають на повітряний басейн, сприяють утворенню парникового і радіаційного ефекту та порушенню озонового шару. Для нейтралізації цих шкідливих продуктів у відповідності до вимог, прийнятих у країнах ЄС, необхідно встановлювати систему адсорбційної очистки або додаткового спалювання, яка потребує додаткових затрат.

Отримання вторинних полімерних виробів. Ця технологія заснована на попередній підготовці та грануляції відходів³, яка у загальному вигляді представлена у якості структурної схеми на рис. 2.

Дана технологія заснована на використанні складного обладнання та характеризується значними енергетичними затратами, а у кінцевій стадії дозволяє лише отримати сировину для виробництва нових полімерних виробів, але з більш низькими показниками якості та довговічності.

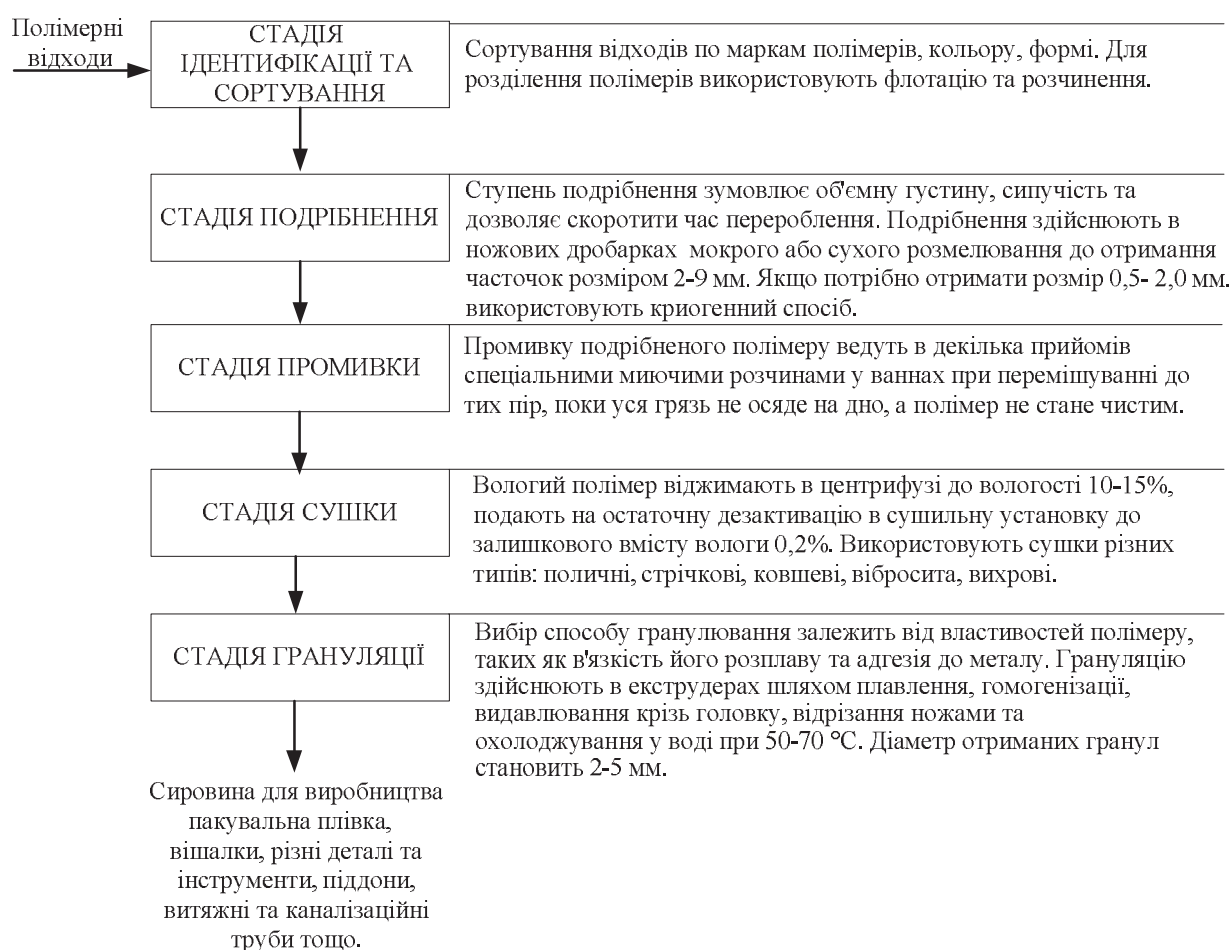


Рис. 2. Структурна схема грануляції полімерних побутових відходів

Отримання будівельних матеріалів. Полімерні побутові відходи можуть бути використані як один з основних компонентів у виробництві різноманітних будівельних матеріалів: будівельних композицій, гідроізоляційних матеріалів, дорожніх покриттів, тощо. Так, з відпрацьованої ПСТ тари, у яку додавали 40% помеленого відвального шлаку теплових електростанцій, було отримано композитний матеріал з високими експлуатаційними властивостями: межа міцності при згинанні – 67,4 МПа, межа міцності при стисканні – 71,2 МПа⁴. На базі глиняної сировини та 10-20% (мас.) поліетиленів,

10-20% (мас.) ПЕТ-тари, 5-15% (мас.) гуми при термообробці (180°C) протягом 480 хв., отримані состави будівельних матеріалів, які за своїми властивостями міцності близькі до керамічної цеглини, але за показником теплопровідності перевищують у 1,5-2 рази. Така властивість дає можливість використовувати ці матеріали у якості стінових при будівництві жилих та промислових будівель⁵. Існує технологія утилізації відходів ПЕТ і відпрацьованих рослинних олив шляхом утворення хімічних композицій на основі азотовмісних сполук, які можна використовувати для поліпшення міцності, бетонів та будівельних розчинів⁶. Встановлено, що при додаванні до бітуму марки БНД-80/120 2,5-3,0%(мас.) побічних продуктів виробництва ПП значно поліпшуються такі показники, як penetрація при 25 °С, температура розм'якшення за К і Ш та адгезійні властивості⁷. Також, встановлено, що добавка 1%(мас.) поліетилену поліпшує зчеплення дорожнього бітуму марки БН 90/130 з мінеральним матеріалом, а сам бітум має високу міцність і еластичність⁸.

Отримання паливно-мастильних матеріалів. Шляхом розчинення брикетів твердого поліетилену вуглеводневим паливом при 110-130°C можна отримати синтетичне паливо – заміник пічного палива⁹. На базі брикетування суміші 5-10% (мас.) поліетилену, 3-5% (мас.) відпрацьованої оливи та до 90% (мас.) вугільного або коксового пилу отримують композитне тверде паливо¹⁰. Існує технологія карбонізації при 450 °С твердих побутових відходів у полі надвисокочастотного мікрохвильового випромінювання, що направлена на отримання 12,9 % (мас.) газоподібних продуктів, 48,5 % (мас.) мазуту та 38,6 % (мас.) твердого залишку¹¹. Досить широко для отримання суміші вуглеводнів – добавка до моторних палив – застосовується каталітична деструкція поліетилену, що протікає при температурі 350-400°C і атмосферному тиску¹². Також, завдяки деструкції поліетилену у присутності синтетичного алюмосилікатного каталізатору можна отримати фракцію, що подібна бензиновій¹³.

Сьогодні у технічній літературі багато уваги приділяється процесам переробки різної полімерної сировини в компоненти моторних та пічних палив, але напрямок отримання змащувальних матеріалів, на нашу думку, до сих пір є вивчений недостатньо.

Отже, у рамках цього напрямку досить цікавим є некаталітичний процес піролізу відходів полімерів (поліетилену (ПЕ), 96% поліетилентерефталату (ПЕТФ)) та воску Fischer-Tropsch (FT) при атмосферному тиску та температурі 385°C, який перетворює молекули з високою молекулярною масою в молекули з більш низькою молекулярною масою в діапазоні мастильної оливи. Потім використовується гідроізомеризація для перетворення цього продукту в базову оливу (UCBO) з низькою температурою застигання від -13 до -37°C, в'язкістю 3,4-5,4 мм²/с та індексом в'язкості в діапазоні 150-160 од. Основним побічним продуктом є дизельне паливо з невеликою кількістю С₄-газа. Вихід продуктів піролізу при температурі 385°C знаходився у діапазоні 37-57%(мас.), а вихід оливи складав 60-70%(мас.)¹⁴.

Стосовно використання полімерів у виробництві пластичних мастил відмітимо, що були проведені дослідження у напрямку виготовлення пластичного мастила, шляхом додавання до суміші базових парафінових мінеральних олив групи I і групи II (кінематична в'язкість при 40 °С дорівнює 160 мм²/с), які виробляються компанією Indian Oil Corporation Ltd. (Фарідабад, Індія), суміші поліпропілену і поліетилену високої густини (PP+HDPE). Результатом роботи стало отримання пластичного мастила з високими реологічними властивостями¹⁵.

На базі змішування двох компонентів розплавлених поліпропілену або поліетилену низької густини в базовій оливи та базової оливи, що загущена стеаратом натрію, було

отримано пластичне мастило, яке на 80-85% проявляє більшу стійкість до води, ніж звичайне натрієве мастило¹⁶.

Отже, спираючись на світовий практичний досвід у застосуванні полімерів при виробництві змащувальних матеріалів, запропонуємо пластичне мастило, яке за своїми властивостями є аналогами «Солідол-Ж» та складається з відпрацьованої моторної оливи – дисперсійного середовища і термічно розчинених у ній 5,0-8,0%(мас.) подрібнених відпрацьованих поліетиленових виробів. Таке мастило має наступні характеристики: penetрація – $235 \text{ мм} \cdot 10^{-1}$, температура краплепадіння – 110°C , випаровуваність – 0,43%(мас.), колоїдна стабільність – 3,67%(мас.)

Також дуже перспективною є технологія отримання високо киплячих вуглеводневих фракцій, які можуть виступати базовим компонентом у виробництві пластичних мастил, шляхом термічної деструкції при відносно невисоких температурах та атмосферному тиску вторинної поліетиленової сировини. У результаті дослідження однієї з таких фракцій після її охолодження були отримані такі результати: penetрація – $156 \text{ мм} \cdot 10^{-1}$, температура краплепадіння – 64°C , відсутній корозійний вплив на мідь і сталь, нерозчинна у воді та має високі адгезійні властивості.

Аналіз наведеної інформації дає можливість усвідомити, що переробка полімерних побутових відходів є дуже перспективним напрямком, який дозволяє знизити екологічне навантаження на довкілля, отримати нові якісні продукти досить широкого спектру застосування. Сучасні лінії по переробці полімерних відходів можуть буди змонтовані на виробничих майданчиках промислових підприємств та стати ключовим елементом у формуванні енергозберігаючої поведінки, тим самим підвищити енергетичну незалежність України. Основною проблемою у реалізації наведених технологій є стадія ідентифікації та сортування полімерної сировини, але ця проблема розв'язана на державному рівні, шляхом внесення змін до Закону України "Про відходи", що з рештою, призведе до збільшення обсягів переробки побутових відходів до рівня країн ЄС.

Література

- [1] Бушихин В.В.: «Экологический вестник России». -2013.-№5.
- [2] Jinglan Hong, Xiangzhi Li, Cui Zhaojie: Waste Management 30, 2010.–№ 11.
- [3] Абрамов В.В., Чалая Н.М.: Пластические массы, 2001. - №12.
- [4] Бачурин А.Н. Нефедов А.Н.: Вестник Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. Современные строительные материалы. - 2015. - №1(111).
- [5] Даваасенге С.С., Буженина О.Н.: Известия Самарского научного центра Российской академии наук. -2009. - т.11, №5(2).
- [6] Флейшер А.Ю., Сокольников В.Ю., Токарчук В.В., Свидерский В.А.: Строительные материалы и изделия. - 2015. - № 1.
- [7] Абдуллин А.И., Емельяничева Е.А., Марков В.Ю., Усманов Т.К.: Вестник Казанского технологического университета. - 2012.- С.199-201.
- [8] Коваленко П.В. Вестник Полоцкого гос. ун-та. Сер. В, Прикладные науки – 2008. – № 2.
- [9] Гаврилюк Ю.М., Хасанов А.Т.: Вісник КНУ імені Михайла Остроградського. -2010. - Випуск 6 (65). Частина I.
- [10] Рамазанов К.Р., Кусаинова Б.М.: Новый университет. - 2016.- №1 (47).
- [11] Гунич С.В., Янчуковская Е.В., Днепровская Н.И.: Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. – 2011. – № 1.
- [12] Галиахметов Р.Н., Судакова О.М. Переработка углеводородного сырья. Комплексные решения: материалы всерос. научн. конф., Самар. гос. универ. – Самара, 2016. – Ч.2.
- [13] Фурда, Л.В., Рыльцова И.Г., Лебедева О.Е.: Журнал прикладной химии. – 2008. – Т.81 – Вып.9.
- [14] Stephen J. Miller, Naresh Shah, Gerald P. Huffman: Energy Fuels. – 2005. - 19 (4).
- [15] Martin-Alfonso, J.E.; Valencia, C.; Sanchez, M.C.; Franco, J.M.; Gallegos, C.: Ind. Eng. Chem. Res. 2009, 48.
- [16] Ravi Dixena, Eltepu Sayanna, Rajendra Badoni.: Lubricants. - 2014. - №2.